

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of

Makoto YOSHIDA et al.

Serial No. NEW

Filed March 26, 2004

DRIVER OF ELECTRIC COMPRESSOR

: THE COMMISSIONER IS AUTHORIZED
: TO CHARGE ANY DEFICIENCY IN THE
: FEES FOR THIS PAPER TO DEPOSIT
: ACCOUNT NO. 23-0975

: **Attn: APPLICATION BRANCH**

: Attorney Docket No. 2004_0438A

CLAIM OF PRIORITY UNDER 35 USC 119

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Applicants in the above-entitled application hereby claim the date of priority under the International Convention of Japanese Patent Application No. 2003-124065, filed April 28, 2003, and as acknowledged in the Declaration of this application.

A certified copy of said Japanese Patent Application is submitted herewith.

Respectfully submitted,

Makoto YOSHIDA et al.

By Michael S. Huppert
Michael S. Huppert
Registration No. 40,268
Attorney for Applicants

MSH/kjf
Washington, D.C. 20006-1021
Telephone (202) 721-8200
Facsimile (202) 721-8250
March 26, 2004

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 4月28日

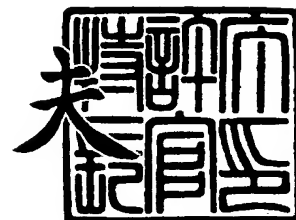
出願番号
Application Number: 特願2003-124065
[ST. 10/C]: [JP2003-124065]

出願人
Applicant(s): 松下電器産業株式会社

2003年 9月26日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3079555

【書類名】 特許願

【整理番号】 2582140045

【提出日】 平成15年 4月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F04B 49/06

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

 【氏名】 吉田 誠

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

 【氏名】 後藤 尚美

【特許出願人】

 【識別番号】 000005821

 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100097445

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

 【識別番号】 100103355

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

 【識別番号】 100109667

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電動圧縮機の駆動装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 流体を吸入し、圧縮吐出する圧縮機構を駆動するモータの駆動装置であって、圧縮機構の駆動開始時に、一義的に前記モータの巻線電流の位相を、巻線に発生する誘起電圧位相より進み位相とし、その後前記巻線電流の進み位相を低減する制御を行う電動圧縮機の駆動装置。

【請求項2】 起動後、所定時間経過するか又は前記モータが所定回転数まで到達するかのいずれかの時点で、前記巻線電流の進み位相を低減する制御を行う請求項1に記載の電動圧縮機の駆動装置。

【請求項3】 前記巻線電流の進み位相により、モータの瞬間最大トルクを引き出すようにした請求項1、2いずれかに記載の電動圧縮機の駆動装置。

【請求項4】 直流電源からの直流電圧をスイッチングすることにより、正弦波状の交流電流をセンサレスDCブラシレスモータへ出力し、固定子巻線に流れる電流を検出することにより、前記センサレスDCブラシレスモータの永久磁石回転子の位置を判定し、前記スイッチングを制御する請求項1、2、3いずれかに記載の電動圧縮機の駆動装置。

【請求項5】 前記スイッチングは3相変調である請求項4記載の電動圧縮機の駆動装置。

【請求項6】 車両用空調装置に搭載される電動圧縮機の駆動装置とした請求項1、2、3、4、5いずれかに記載の電動圧縮機の駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、主に空調装置に用いられる電動圧縮機の駆動装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

駆動源をセンサレスDCブラシレスモータとした電動圧縮機搭載の車両用空調

装置として、特許文献 1 のものが知られている。以下、その構成について説明する。

【0 0 0 3】

図 2 3 において、1 0 1 は送風ダクトであり、室内送風ファン 1 0 2 の作用により空気導入口 1 0 3 から空気を吸い込み、室内熱交換器 1 0 4 で熱交換した空気を空気吹き出し口 1 0 5 から車室内に吹き出す。

【0 0 0 4】

室内熱交換器 1 0 4 は、センサレス D C ブラシレスモータを駆動源とする電動圧縮機 1 0 6、冷媒の流れを切替えて冷房と暖房を選択するための四方切替弁 1 0 7、絞り装置 1 0 8 および室外ファン 1 0 9 の作用で車室外空気と熱交換する室外熱交換器 1 1 0 とともに冷凍サイクルを構成している。

【0 0 0 5】

1 1 1 は電動圧縮機 1 0 6 の駆動源であるセンサレス D C ブラシレスモータを運転するインバータ装置であり、室内送風ファン 1 0 2、四方切替弁 1 0 7、および室外送風ファン 1 0 9 とともに、エアコンコントローラ 1 1 2 により動作が制御されている。

【0 0 0 6】

前記エアコンコントローラ 1 1 2 は、室内送風ファン 1 0 2 の O N / O F F ・ 強弱を設定する室内送風ファンスイッチ 1 1 3、冷房・暖房・運転 O F F を選択するエアコンスイッチ 1 1 4、温度調節スイッチ 1 1 5 および車両コントローラ（図示せず）との通信を行うための通信装置 1 1 6 と接続されている。

【0 0 0 7】

この様な構成において、例えば、室内送風ファンスイッチ 1 1 3 で送風 O N ・ 弱と操作され、エアコンスイッチ 1 1 4 により冷房が指示されると、エアコンコントローラ 1 1 2 は、四方切替弁 1 0 7 を図 2 3 の実線状態に設定し、室内熱交換器 1 0 4 を蒸発器、室外熱交換器 1 1 0 を凝縮器としてそれぞれ作用させ、室外送風ファン 1 0 9 を O N し、室内送風ファン 1 0 2 を弱に設定運転する。

【0 0 0 8】

また、温度調節スイッチ 1 1 5 に従い、室内熱交換器 1 0 4 の温度を、インバ

ータ装置 111 を用いて電動圧縮機 106 の回転数を可変することにより調節する。エアコンスイッチ 114 により冷暖房 OFF とされると、電動圧縮機 106 ・ 室外送風ファン 109 は OFF となる。

【0009】

また、室内送風ファンスイッチ 113 が OFF とされると、室内送風ファン 102 は OFF とされ、電動圧縮機 106 ・ 室外送風ファン 109 も冷凍サイクル保護のため OFF とされる。

【0010】

一方、車両コントローラ（図示せず）から、電力節減・バッテリー保護等の理由により冷暖房 OFF の指令が、通信装置 116 経由で受信されると、エアコンコントローラ 112 はエアコンスイッチ 114 による冷暖房 OFF と同様の処置をする。

【0011】

インバータ装置 111 が、120 度通電方式の場合、磁界変化が 60 度間隔（通電が 60 度間隔）となる関係から、電動圧縮機 106 の駆動源であるセンサレス DC ブラシレスモータは、トルク変動が生じる特性を有している。

【0012】

図 24 に 120 度通電方式の回路例を示す。同図において 121 はバッテリーであり、122 はバッテリー 121 に接続されたインバータ動作用スイッチング素子であり、123 はインバータ動作用ダイオードである。また、124 はモータの固定子巻線を示し、125 はそのモータの磁石回転子を示す。さらに、126 は電源電流を検出し消費電力の算出とスイッチング素子の保護等を行うための電流センサであり、127 は固定子巻線 124 の電圧から磁石回転子 125 の位置検出を行うための位相シフト回路であり、128 は同じく比較回路である。そして 129 は電流センサ 126、比較回路 128 等からの信号に基づいてスイッチング素子 122 の ON・OFF を制御する制御回路である。

【0013】

このような電動圧縮機を搭載した車両用空調装置においては、車両にかかる熱負荷の環境がルームエアコンと異なり、車室内空間の広さの割に窓面積が大きく

、また日陰と陽当たりを頻繁に通過する関係もあって日射の影響を受けやすいこと等から、車室内の熱負荷の変動が頻繁であり、また圧縮機の運転、停止動作が、エアコンスイッチ 114 やファンスイッチ 113、さらには温度調節スイッチ 115 の設定に伴う温度調節動作等に委ねられていることもあって、一般のルームエアコンに比較して圧縮機の運転、起動が頻繁に発生する環境にある。しかも、圧縮機の起動は、運転、停止が頻繁であることから、冷凍サイクルの高圧側と低圧側が十分にバランスされないまま行われることが多く、大きな残存圧力差（以下差圧と称す）が存在する状態での起動が、しかも頻繁に行われる。

【0014】

従って、特に車両用の圧縮機の駆動装置には、あらゆる作動状態を考慮した上で、しかも大きな差圧でも起動できるという性能（以下、差圧起動性能という）が必要とされる。

【0015】

具体的には、HFC134a 冷媒においては、吐出圧力と吸入圧力の圧力差が、20 (kg/cm²G) 程度であっても起動することが求められている。これは、一般のルームエアコン用のさほど差圧起動を必要としない駆動装置の場合の数倍にも及ぶ値である。

従来の電動圧縮機の駆動装置においても、起動時に印加電圧（デューティ比）をアップして、起動トルクを上げるという考え方のものがある（例えば特許文献 2 参照）。この場合には起動電流も同時に増えてしまうので、電流保護の閾値もアップしている。

【0016】

【特許文献 1】

特開平 6-156055 号公報（図 1）

【特許文献 2】

特開平 10-47255 号公報（請求項 1）

【0017】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述したように、差圧起動性能をアップするために、起動時の電

圧やデューティー比、電流閾値のみをアップする方法では、同時に電流も大きく増加するため、ある程度の差圧（当社の実験によると $8 \text{ kg/cm}^2 \text{ G}$ ）までは起動できても、冷凍サイクル内の高低圧差がそれ以上の差圧になると、やはり過電流保護が作動し、起動できないという課題があった。

また大きな負荷トルクのために、回転子が回転磁界に追従できなくなるという、いわゆる起動脱調現象に陥り、一旦この状態に陥ると位置検出が不安定になり、やはり起動できなくなるという課題があった。

そして、もし起動できなければ、乗員は、冷凍サイクル内の差圧が十分に起動可能な範囲内に収まるまで待たされ、その間に冷房時には室温が上昇し、不快な思いをすることとなる。特に、車両においては、窓が大きく、また日射の影響を受けやすいことから、車室内の熱負荷の変動が頻繁であり、不快感は一挙に増大する。

【0018】

本発明はこのような従来の課題を解決するものであり、十分な差圧起動性能を有した電動圧縮機駆動装置を提供することを目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために本発明は、流体を吸入し、圧縮吐出する圧縮機構を駆動するモータの駆動装置であって、圧縮機構の駆動開始時に、一義的に前記モータの巻き線電流の位相を、巻き線に発生する誘起電圧位相より進み位相とし、その後前記巻き線電流の進み位相を低減するように制御したものである。

【0020】

上記構成によって、差圧起動時の不安定な（大きな差圧が残存し易い）条件下で、まず差圧起動に十分な起動トルクが発生すると考えられる電流位相にまで一義的に進ませ、これによりモータのトルクを引き出して起動し、そして、その後の不安定なトルク変動等に対応するため、安定な運転状態になるように電流位相を低減することにより、十分な差圧起動性能が発揮でき、確実に圧縮機の起動が得られるようにしたものである。

【0021】

また、本発明は、起動後、所定時間経過するか又はモータの回転数が、所定回転数まで到達するかのいずれかにおいて、巻線電流の進み位相を低減するようにしたものである。

【0022】

これにより、起動後において、電流位相を低減して不安定な運転状態にならないように制御し、安定な運転状態に入ることができるものである。

【0023】

また、本発明は、前記巻き線電流の進み位相により、モータの瞬間最大トルクを引き出すようにしたものである。

【0024】

これにより、一義的にモータを最大トルクが引き出せるように起動するため、冷凍サイクル内の差圧が大きくても、起動の確実性が確保できるものである。

【0025】

また、本発明は、直流電源からの直流電圧をスイッチングすることにより、正弦波状の交流電流をセンサレスDCブラシレスモータへ出力し、固定子巻線に流れる電流を検出することにより、前記センサレスDCブラシレスモータの永久磁石回転子の位置を判定し、前記スイッチングを制御するものである。

【0026】

かかる構成とすることにより、キャリア毎の永久磁石回転子の位置検出、出力調整が可能となり、起動性を高めることができる。

【0027】

さらに、本発明は、3相変調でスイッチングするものである。

【0028】

この構成により、キャリア周波数が2倍と等価になり、電流が滑らかになる。もって、トルク変動が小さく、起動性を高めることができる。

【0029】

また、本発明は、上記駆動装置を、車両用空調装置に搭載される電動圧縮機の駆動装置としたものである。

【0030】

かかることにより、冷凍サイクルの負荷変動として、過酷な条件にある車両用においても、確実な電動圧縮機の駆動が確保でき、車両用空調装置としての性能・機能の向上が図れるものである。

【 0 0 3 1 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について車両用空気調和装置に搭載する電動圧縮機の駆動装置を例に、図面を参照して説明する。

【 0 0 3 2 】

（実施の形態 1）

まず、図 1 により、本実施の形態の電気回路について説明する。

【 0 0 3 3 】

図 1 において、1 はバッテリーであり、I はインバータモジュールで、前記バッテリー 1 に接続された複数のインバータ動作用スイッチング素子 2、およびインバータ動作用ダイオード 3 を具備している。ここで、前記スイッチング素子 2 について、上アームスイッチング素子を U、V、W、下アームスイッチング素子を X、Y、Z と定義し、また、各スイッチング素子 U、V、W、X、Y、Z に対応するダイオードを、3 U、3 V、3 W、3 X、3 Y、3 Z と定義する。M はセンサレス DC ブラシレスモータ（以下、モータと称す）で、モータ M の固定子巻線 4、およびモータ M の磁石回転子 5 を具備している。6 は前記モータ M の駆動に必要な電流を検出する電流センサ、7 は前記電流センサ 6 からの信号に基づいて前記スイッチング素子 2 を制御する制御回路である。2 0 はインバータ装置を示す。

【 0 0 3 4 】

ここで、図 1 の電気回路と、従来の技術を示す図 2 4 の 1 2 0 度通電駆動用の電気回路を比較すると、比較回路 1 2 8、位相シフト回路 1 2 7 が削除されている。

【 0 0 3 5 】

前記電流センサ 6 の検出電流値は、制御回路 7 へ送られ、消費電力算出・スイッチング素子 2 等の保護のための判断に用いられ、更に磁石回転子 5 の位置検出

に用いられる。また、制御回路 7 は、図 23 に示される温度調節スイッチ 115 の設定に伴う温度調節動作等を行うべく、回転数指令信号（図示せず）等にも基づいてスイッチング素子 2 への通電を制御する。

【0036】

また、電流センサ 6 としては、ホール素子を用いたセンサ、シャント抵抗等、スイッチング素子 2 によるスイッチング電流のピークが検出できるものであれば良い。

【0037】

図 1 においては、電流センサ 6 は電源ラインのマイナス側に設けられているが、電流は同じなのでプラス側に設けても良い。

【0038】

このような構成とすることにより、従来に比べて構成部品（比較回路部品及び位相シフト回路部品）が減少するため、小型計量化が図れるとともに、耐振などの信頼性を向上することができる。

【0039】

次に、図 2 により磁石回転子 5 の位置検出方法について説明する。同図は、U 相における相電流 i_U と誘起電圧 E_U との関連を示す。

【0040】

誘起電圧 E_U は、図 1 に示す磁石回転子 5 の回転により固定子巻線 4 に誘起する電圧であるので、磁石回転子 5 の位置検出に使用することができる。

【0041】

図 1 における固定子巻線 4 には、インダクタンス L とともに抵抗 R も存在している。誘起電圧 E_U 、インダクタンス L の電圧、抵抗 R の電圧の和がインバータ装置 20 からの印加電圧に等しい。ここで、誘起電圧を E_U 、相電流を i_U 、印加電圧を V_U とすると、次式で表すことができる。

【0042】

$$V_U = E_U + R \cdot i_U + L \cdot di_U / dt$$

したがって、誘起電圧 E_U は、

$$E_U = V_U - R \cdot i_U - L \cdot di_U / dt$$

で表される。

【0043】

図3に、センサレスDCブラシレスモータMの電圧電流の1相分の波形の一例を示す。

【0044】

図1における制御回路7は、スイッチング素子2を制御しているので、印加電圧VUは既知である。よって、制御回路7のプログラムソフト（演算手段）にインダクタンスLと抵抗Rの値を入力しておけば、相電流iUを検出することで誘起電圧EUを算出することができる。

【0045】

次に、電流センサ6にて、磁石回転子5の位置を検出する方法について説明する。

【0046】

図4～図6は、3相変調の波形を示し、図4は最大変調100%の場合、図5は最大変調50%の場合、図6は最大変調10%の場合の3相変調波形をそれぞれ示す。図中、41はU相端子電圧を、42はV相端子電圧を、43はW相端子電圧を、29は中性点電圧をそれぞれ表している。

【0047】

次に、前記電流センサ6による電流検出について説明する。図7に、1キャリア内（キャリア周期）での上アームスイッチング素子U、V、W、下アームスイッチング素子X、Y、Zの通電の一例を示している。この場合、図5の最大変調50%の3相変調において、位相がおおよそ130度での通電としている。3相変調であるため、通電パターンとして、(a)、(b)、(c)、(d)の4パターンが設定される。

【0048】

通電パターン(a)においては、上アームスイッチング素子U、V、W全てがOFF、下アームスイッチング素子X、Y、Z全てがONである。図8に、このときの電流の流れを示す。

【0049】

U相電流、V相電流はそれぞれ、下アームスイッチング素子X、Yと並列のダイオード3 X、3 Yから固定子巻線4へ流れ、W相電流は固定子巻線4から下アームスイッチング素子Zへ流れ、この経路で電流が循環する。その結果、電流センサ6に電流は流れず、電流値は検出されない。

【0050】

しかし、通電パターン(a)から通電パターン(b)に移行した場合は、上アームスイッチング素子UがON、下アームスイッチング素子Y、ZがONとなる。図9に、このときの電流の流れを示す。

【0051】

U相電流は、上アームスイッチング素子Uから固定子巻線4へ流れ、V相電流は下アームスイッチング素子Yと並列のダイオード3 Yから固定子巻線4へ流れ、W相電流は固定子巻線4から下アームスイッチング素子Zへ流れる。よって、電流センサ6には、U相電流が流れ、U相の電流値が検出される。

【0052】

さらに、通電パターン(c)に移行すると、上アームスイッチング素子U、VがON、下アームスイッチング素子ZがONとなる。図10に、このときの電流の流れを示す。

【0053】

U相電流、V相電流は、それぞれ、上アームスイッチング素子U、Vから固定子巻線4へ流れ、W相電流は固定子巻線4から下アームスイッチング素子Zへ流れる。よって、電流センサ6には、W相電流が流れ、W相の電流値が検出される。

【0054】

また、通電パターン(d)に移行すると、上アームスイッチング素子U、V、W全てがON、下アームスイッチング素子X、Y、Z全てがOFFとなる。図11に、このときの電流の流れを示す。

【0055】

U相電流、V相電流は、それぞれ、上アームスイッチング素子U、Vから固定子巻線4へ流れ、W相電流は固定子巻線4から上アームスイッチング素子Wと並

列のダイオード 3W へ流れ、この経路で電流が循環する。よって、電流センサ 6 には電流が流れないため、電流値は検出されない。

【0056】

上述の如く、U 相電流と W 相電流が検出されるので、残りの V 相電流は、固定子巻線 4 の中性点において、キルヒホッフの電流の法則を適用することにより求められる。この場合、U 相電流は固定子巻線 4 の中性点へ流れ込む電流であり、W 相電流は固定子巻線 4 の中性点から流れ出る電流であるため、V 相電流は U 相電流と W 相電流の差から求められる。

【0057】

また、上述の電流検出は、キャリアごとに行えるので、キャリア毎に位置検出し、固定子巻線 4 への出力を調整する事ができる。よって、120 度通電等に比較し、トルク変動が小さく、起動性が高くなる。

【0058】

さらに、3 相変調においては、上述の如く、キャリア周期内の通電パターン (a) および (d) の期間において電源電流 (電流センサ 6 に流れる電流) が流れないため、キャリア周期内で前半期間と後半期間の 2 回に分けて、通電されていることになる。これは、キャリア周波数が 2 倍と同じことになり、電流が滑らかになる。換言すると、3 相変調は、2 相変調に比較しトルク変動が小さく、起動性が高くなる。

【0059】

次に、磁石回転子 5 を駆動するトルクについて説明する。

【0060】

図 12 は、磁石が磁石回転子内部に埋め込まれている IPM モータ (Interior Permanent Magnet Motor) の磁石回転子を示している。10 は永久磁石、11 は磁石回転子コアである。IPM モータは、永久磁石 10 が磁石回転子内部に埋め込まれているため、ステータ巻線から見たインダクタンスが磁石回転子位置により異なる。すなわち、磁気抵抗の大きな磁石が磁路を妨げる位置 (図において d 方向) と、磁気抵抗の小さいケイ素鋼板を通る位置 (図において q 方向) がある。このインダクタンスの差によりリラクタ

ンストルクが発生する。

【0061】

図13は、上記IPMモータにおける固定子巻線4の誘起電圧と相電流との位相差 β （電流位相）と、IPMモータが発生するトルクの関係を示している。したがって、同図中において、電流位相がプラス領域（右側）にある場合は、電流に対し磁石回転子（誘起電圧）が遅れており、電流位相がマイナス領域（左側）にある場合は、電流に対し磁石回転子（誘起電圧）が進んでいることを示している。マグネットトルクは、 $\beta = 0$ 度において最大となるが、リラクタンストルクは $\beta = 0$ 度において0、 $\beta = 45$ 度において最大となる。 $\beta = -45$ 度においてはマイナス側最大となる。よって、マグネットトルクとリラクタンストルクとの和である総合トルクは、図中右側に約20度シフトした箇所が最大点となる。

【0062】

ここで、マグネットトルクは電流に比例し、リラクタンストルクは電流の二乗に比例する。この場合は起動時であり、起動時は、特に起動電流として20A以上の電流が流れることが多い。つまり、起動時には大電流が流れる。この場合、 $\beta = 20$ 度においては、総合トルクが最大点となっている。

【0063】

よって、差圧起動性能を高めるには、 $\beta = 20$ 度となるように、インバータ装置のスイッチングを制御することが必要となる。これを起動モードとする。

【0064】

なお、本実施の形態においては、確実に差圧起動が行えるよう、最大のトルクが引き出せる最大点を選択しているが、差圧起動に十分な起動トルクが発生すると考えられる電流位相（例えば図13において18度）に、一義的に位相を進ませるようにしても良い。その場合は、最大トルクを示す20度を超えない範囲で設定することが、モータ動作の安定、省電力などの関係から好ましい。

【0065】

図14は、起動時の電流位相と起動可能圧力差との関係を示す実験データである。この結果からも明らかなように、電流位相 $\beta = 20$ 度において起動可能圧力差が最大であり、 $\beta = 10$ 度と $\beta = 30$ 度のときが同じであり、図13の特性と

一致している。

【0 0 6 6】

図 1 5 に、起動直後の位相差 β （電流位相）と、トルクとの関係を示す。起動直後、電流は 1 5 A 程度に低下するので、マグネットトルク、リラクタンストルクともに低下するが、特にリラクタンストルクは電流の二乗に比例する関係から、リラクタンストルクの低下は大きくなり、総合トルクの最大点は左にシフトし $\beta = 1 7$ 度の箇所になる。

【0 0 6 7】

その結果、起動直後は $\beta = 1 7$ 度となるように、インバータ装置のスイッチングを制御することが考えられる。然しながら、かかる制御とすると次の問題がある。

【0 0 6 8】

すなわち、起動直後は、一般的に回転数が十分高い域に達しておらず、モータ回転が不安定な状況にある。また、冷凍サイクルも、高圧側と低圧側の差圧が大きい状態からの再起動直後であり、凝縮器のファンも再起動直後で凝縮作用が安定していない不安定な状態にある。そのため、起動直後に $\beta = 1 7$ 度となるように、インバータ装置 2 0 のスイッチングを制御した場合、トルク変動等で磁石回転子 5 の回転が遅れると（電流位相 β が大きくなると）、トルクが低下する。トルクが低下するとさらに磁石回転子 5 の回転が遅れることとなり、やがては停止してしまうことになる。

【0 0 6 9】

従って、起動直後においては、安定に運転できるようにインバータ装置のスイッチングを制御することが必要となる。そのために、本実施の形態においては、総合トルクの最大点より充分左側の電流位相でインバータ装置 2 0 のスイッチングを制御するようにしている。具体的には、図 1 5 に示すように $\beta = 5$ 度として充分小さくする。これにより、トルク変動等で磁石回転子 5 の回転が遅れると（電流位相 β が大きくなると）、トルクが増加して磁石回転子 5 の遅れが解消され、磁石回転子が進むと（電流位相 β が小さくなると）、トルクが減少して磁石回転子 5 の進みが解消される、その結果、特に起動直後におけるモータの回転を安

定に制御でき、安定した圧縮機の起動運転ができるようになる。これを定常低速モードと定義する。

【0070】

図16は、モータの回転における安定時の位相差 β （電流位相）と、トルクとの関係を示している。この安定時は、一般的に電流は低下し、10A程度となる。そして、マグネットトルク、リラクタンストルクも共に低下するが、リラクタンストルクの低下が大きいので、総合トルクの最大点は図中左にシフトし、 $\beta = 13$ 度の箇所になる。これらのことから、運転に十分な総合トルクの値であって、総合トルクの変動が少ない領域を鑑み、さらにモータ電流の値を考慮して電流位相 $\beta = 10$ 度となるように、インバータ装置20のスイッチングを制御する。これを定常中速モードとする。

【0071】

また、さらに高い回転数を得るために弱め界磁にする場合は、さらに電流位相 β を大きくするように（最大30度）、インバータ装置20のスイッチングを制御する。このようにすると、得られる総合トルクは、最大点 $\beta = 13$ 度より右になるが、総合トルクは平坦に近くなっており、しかもモータの回転、冷凍サイクルともに安定しているので安定な運転が可能となる。これを定常高速モードとする。

【0072】

図17に、上記起動モード、定常低速モード、定常中速モードにおける位相差 β （電流位相）と時間との関係を示す。

【0073】

同図において、スタートより6秒間は起動モードで一義的に $\beta = 20$ 度とする。その後、定常低速モードで $\beta = 5$ 度となるように移行し、そして定常中速モードで $\beta = 10$ 度に上昇するよう移行する。

【0074】

図18は、上記起動モード、定常低速モード、定常中速モード、定常高速モードにおける位相差 β （電流位相）とモータの回転数との関係を示すように制御する信号の出力内容を示している。

【0075】

同図において、モータは、スタートより 900 r p m まで到達するか又は起動後 6 秒経過するかのいずれか早い時点までは、起動モードで $\beta = 20$ 度として運転される。その後、1200 r p m までは定常低速モードで $\beta = 5$ 度に移行し、7200 r p m までは定常中速モードで $\beta = 10$ 度に移行して運転される。さらに、定常高速モードでは、 $\beta =$ 最大 30 度までの範囲で β を大きくし、9000 r p m まで回転数を確保するように制御される。。

【0076】

図 19 に、上述の運転モードのフローチャートを示す。すなわち、スタートより、ステップ 10 にて、起動モードに設定され、タイマーがスタートする。電流位相 β は 20 度とされ、キャリア周波数は 4.3 k H z とされて起動が開始される。キャリア周波数を低い値としたのは、回転数が低く、分解能が確保できることと、1 キャリア内の通電時間を確保して電流検出し易くするためである。また、1 キャリア内の通電時間を正確に調節し易くし、電流位相 β の制御性を高め、大きいトルクを正確に得るためである。

【0077】

ステップ 20 にて、タイマーが 6 秒経過したかどうか、または実回転数が 900 r p m に達したかどうかを判定する。ここで、「N o」であれば再度判定する。また「Y e s」であればステップ 30 へ移る。

【0078】

ステップ 30 では、実回転数が 1200 r p m 以下かどうかを判定する。ここで、「Y e s」であればステップ 40 へ移る。「N o」であれば、ステップ 45 へ移る。

【0079】

ステップ 40 においては、定常低速モードに設定され、電流位相 β は 5 度、キャリア周波数は 4.3 k H z と設定される。キャリア周波数が低い値であるのは、ステップ 10 で説明した理由による。特に、電流位相 β の制御性を高め、モータの異常停止を防止するためである。

【0080】

ステップ45においては、実回転数が7200rpm以下かどうかを判定する。ここで、「Yes」であればステップ50へ移る。「No」であれば、ステップ55へ移る。ステップ50においては、定常中速モードに設定され、電流位相 β は10度、キャリア周波数は7.5kHzとされる。また、ステップ55においては、定常高速モードに設定され、弱め界磁のために電流位相 β は10度に回転数比例値 $\{f(\text{rpm})\}$ を加えた値に、キャリア周波数は7.5kHzと設定される。

【0081】

以下、図19に示すフローの内容にしたがって制御を繰り返し行う。

【0082】

そして、温度調節に起因する等の関係で、モータMが停止し、再度起動する場合は、上記フローにしたがってステップ10以降の制御が行われる。つまり、空調制御運転のON/OFF時はともかく、温度調節に伴う圧縮機の断続運転における起動時も同様に制御される。

【0083】

尚、上記実施の形態においては、モータにIPMモータを用いたが、SPMモータ(Surface Permanent Magnet Motor)等を使用する場合においても同様な方法を用いて実施することが可能である。起動時に限らず、冷凍サイクルが過渡状態に入り込むような状況下では、事前に電流位相 β を遅らせておくことと安定な運転が可能となる。また、冷凍サイクルに限らず、高トルク起動に適用できる。さらに、電動圧縮機としては、モータと圧縮機とをベルト等で接続し、駆動する場合にも適用できる。また、3相変調について述べたが、2相変調でも良い。

【0084】

(実施の形態2)

図21は、本発明における実施の形態の別の電気回路を示すもので、同図において、U相電流検出用電流センサ8、W相電流検出用電流センサ9が追加されている以外は、図1と同じである。図中21はインバータ装置を示す。この実施の形態においては、U相とW相の2つの相電流を直接電流センサ8・9で検出する

ものであり、残りの1相分の電流を求める方法は、先の実施の形態1と同じである。また、差圧起動時における最大トルク、あるいは任意のトルクを引き出す制御についても同様の制御で可能である。

【0085】

(実施の形態3)

図22は、密閉型電動圧縮機40の左側端部にインバータ装置20を密着させて取り付けけた構成を示している。この密閉型電動圧縮機40は、周知の如く金属製筐体32の中に圧縮機構部28、モータ31等が設置された構成である。冷媒は、吸入口33から吸入され、圧縮機構部28（本実施の形態ではスクロール圧縮機構）がモータ31で駆動されることにより、圧縮される。この圧縮された冷媒は、モータ31を通過し（冷却し）、吐出口34より吐出される。内部でモータ31の巻き線に接続されているターミナル39は、インバータ装置20に接続される。

【0086】

インバータ装置20は、ケース30内に収納され、このケース30を介して電動圧縮機40に取り付けられている。そして、発熱源となるインバータ回路部37は、ケース30を介して電動圧縮機40の金属製筐体32に熱を伝達するように取り付けられている。つまり、インバータ回路部37は、金属製筐体32を介して電動圧縮機40内部の冷媒で冷却される。

【0087】

ターミナル39は、インバータ回路部37の出力部に接続されている。接続線36は、バッテリー1への電源線36aと、エアコンコントローラ（図示せず）への制御用信号線36bである。モータ31の巻き線は、分布巻に比べて横方向の長さを短くできる集中巻が採用されている。また、集中巻はインダクタンスが大きいため、120度通電ではダイオードへの還流時間が長くなり、位置検出が困難で制御が難しいが、正弦波駆動では電流により位置検出するので制御可能となる。

【0088】

このようなインバータ装置一体型電動圧縮機では、インバータ装置20が小さ

いこと、及び振動に強いことが必要になる。したがって、振動を低減するために、3相変調を用いるのが好ましい。正弦波電流が滑らかになり、もって振動が小さくなる。本発明の実施の形態としては好適である。

【0089】

尚、上記実施の形態において、直流電源としてのバッテリーに代わり、商用電源を直流に整流する等、電源を直流化すれば、他にも応用可能である。

【0090】

【発明の効果】

上記から明らかなように、本発明は、起動時には一時的に、モータに流れる電流の誘起電圧に対する進み位相を増大させ、その後低減するように制御するもので、この構成によれば、差圧起動時の不安定な位置検出条件下で、まず差圧起動に十分なトルクが発生すると定義できる電流位相にまで、位相を進ませてモータの瞬間トルクをひきだして起動し、その後、安定な運転状態になるように電流位相を低減することにより、充分な差圧起動性能が行えると共に、不安定なトルク変動等への対応も可能なモータ駆動装置が得られるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の電動圧縮機の駆動装置における実施の形態1を示す電気回路図

【図2】

同実施の形態1における正弦波駆動の誘起電圧検出方法の説明図

【図3】

同実施の形態1におけるセンサレスDCブラシレスモータの電圧電流を示す波形図

【図4】

同実施の形態1における3相変調の最大変調100%における各相の変調を示す波形図

【図5】

同実施の形態1における3相変調の最大変調50%における各相の変調を示す波形図

【図 6】

同実施の形態 1 における 3 相変調の最大変調 10 % における各相の変調を示す波形図

【図 7】

同実施の形態 1 における相電流検出方法を示す通電タイミングチャート

【図 8】

同通電タイミング (a) における電流経路を示す電気回路図

【図 9】

同通電タイミング (b) における電流経路を示す電気回路図

【図 10】

同通電タイミング (c) における電流経路を示す電気回路図

【図 11】

同通電タイミング (d) における電流経路を示す電気回路図

【図 12】

同実施の形態 1 における I P M モータの磁石回転子構造図

【図 13】

同実施の形態 1 における起動モード時の電流位相・トルク特性図

【図 14】

同実施の形態 1 における起動時の電流位相と起動可能圧力差との関連を示す実験データ図

【図 15】

同実施の形態 1 における定常低速モード時の電流位相・トルク特性図

【図 16】

同実施の形態 1 における定常中速モード、定常高速モード時の電流位相・トルク特性図

【図 17】

同実施の形態 1 における電流位相の時間との関連を示す説明図

【図 18】

同実施の形態 1 における電流位相とモータ回転数との関連を示す制御信号の出

力説明図

【図 19】

同実施の形態 1 における電流位相低減条件の選択を示すフローチャート

【図 20】

本発明の電動圧縮機の駆動装置における実施の形態 2 を示す電気回路図

【図 21】

本発明の実施の形態 3 に係る電動圧縮機駆動装置を搭載した電動圧縮機の断面

図

【図 22】

従来例である電動圧縮機を搭載した車両用空調装置の構成図

【図 23】

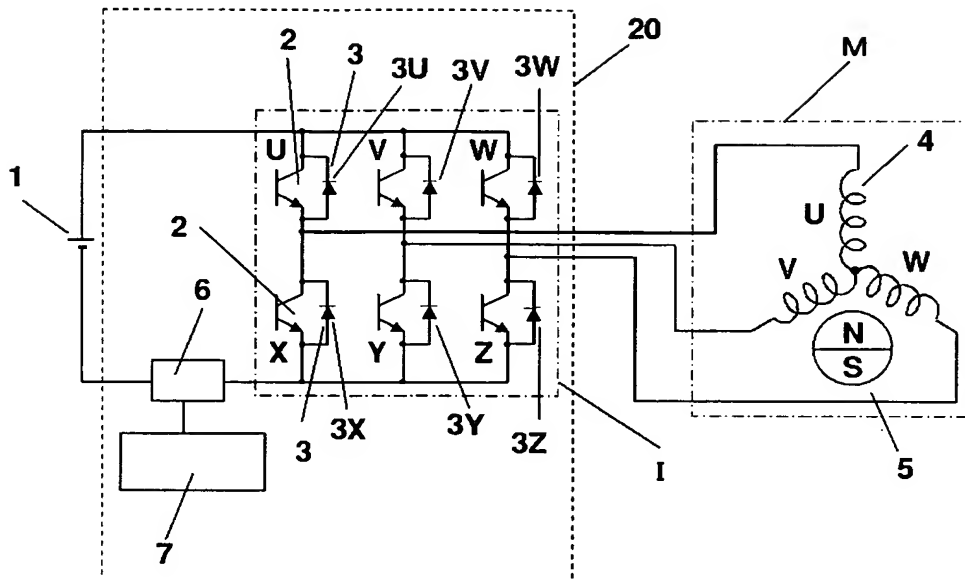
同 120 度通電駆動用の電気回路図

【符号の説明】

- 1 バッテリー
- 2 スイッチング素子
- 3 ダイオード
- 4 固定子巻線
- 5 磁石回転子
- 6 電流センサ
- 7 制御回路
- 8 U相電流検出用電流センサ
- 9 W相電流検出用電流センサ
- 20 インバータ装置
- 21 相電流検出用電流センサを備えたインバータ装置
- 30 ケース
- 31 モータ部
- 40 電動圧縮機

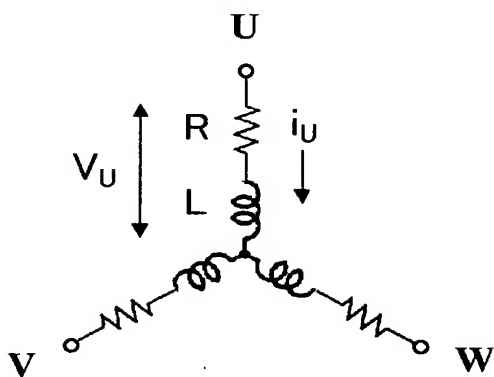
【書類名】 図面

【図 1】

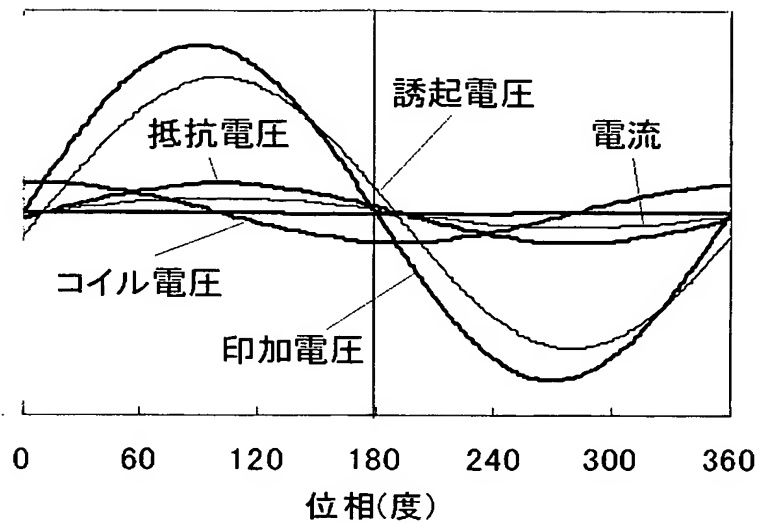


【図 2】

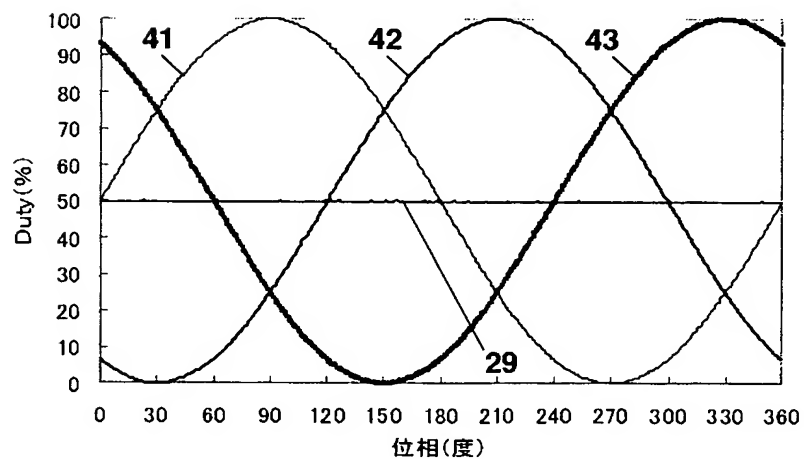
誘起電圧 $E_U = V_U - Ri_U - Ldi_U/dt$



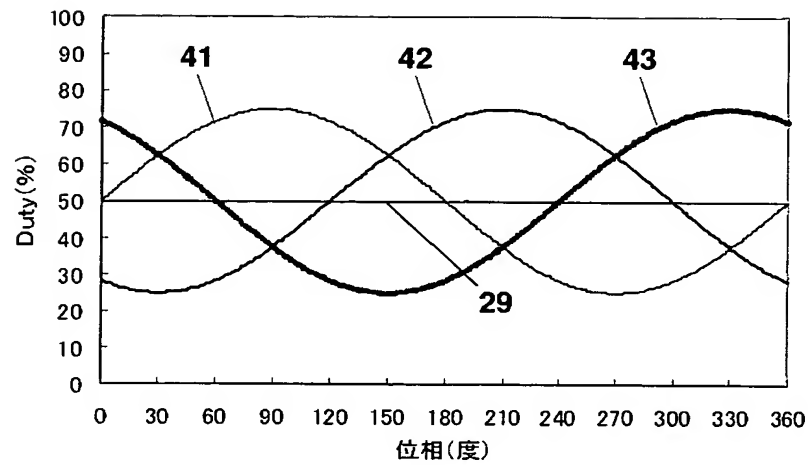
【図 3】



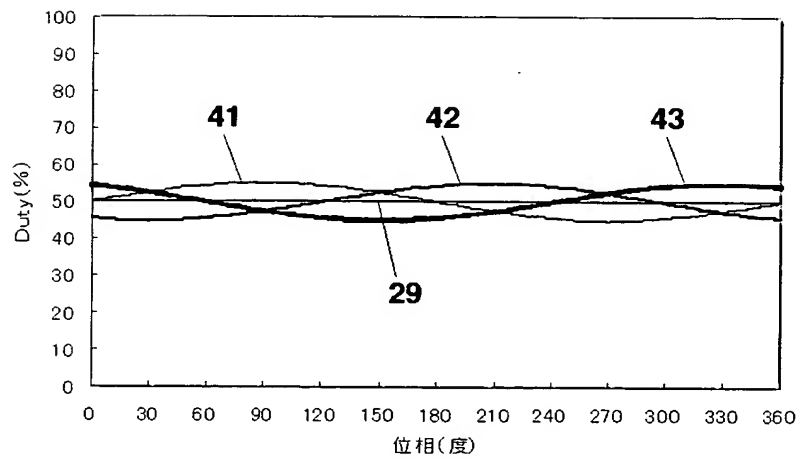
【図 4】



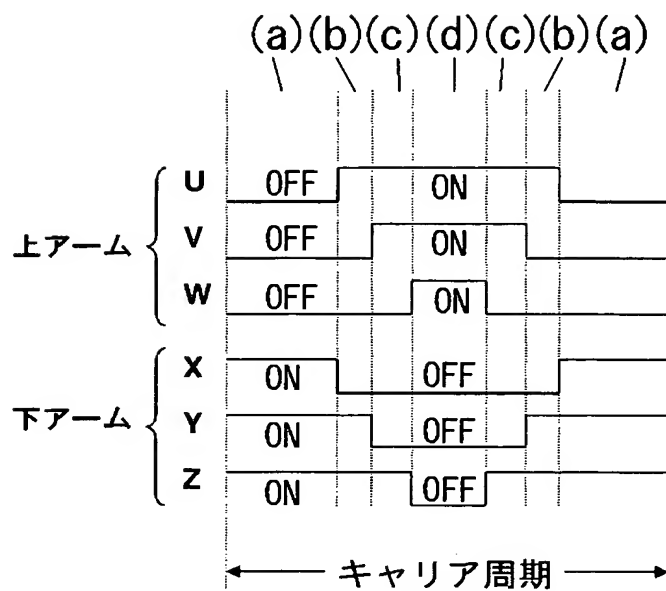
【図 5】



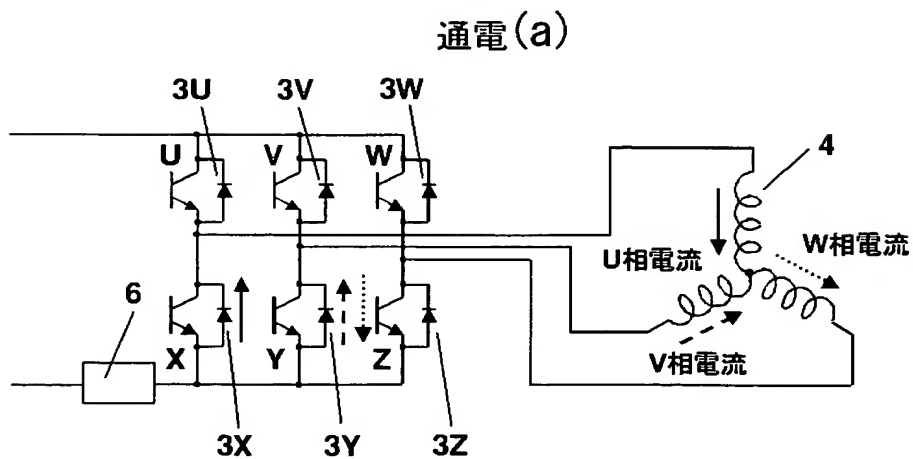
【図 6】



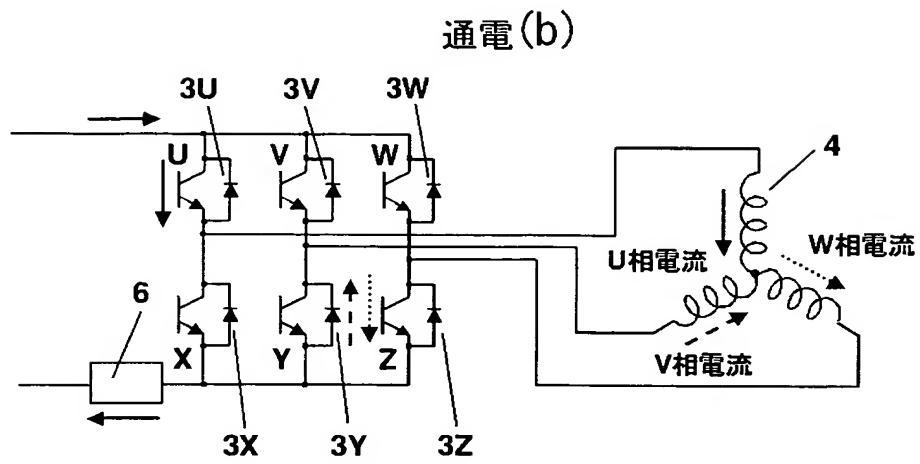
【図 7】



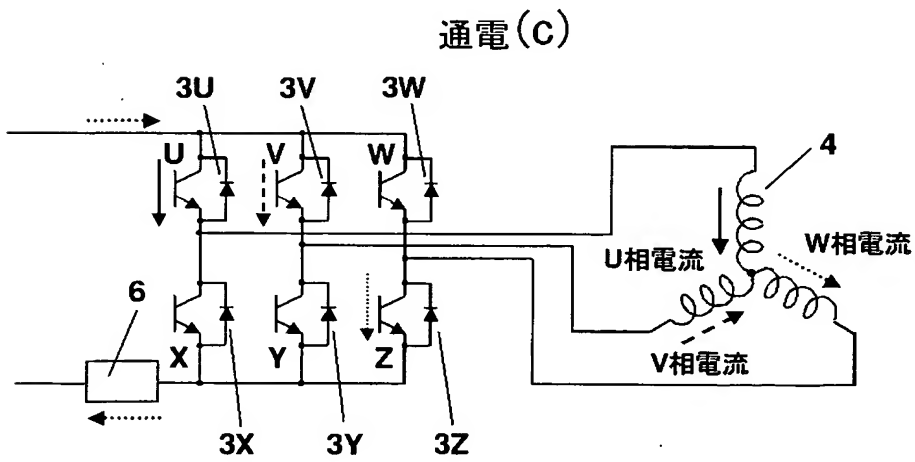
【図 8】



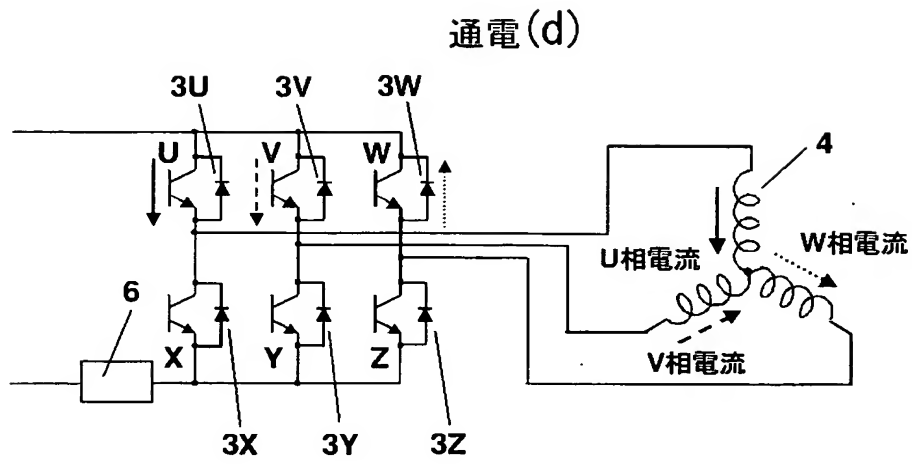
【図 9】



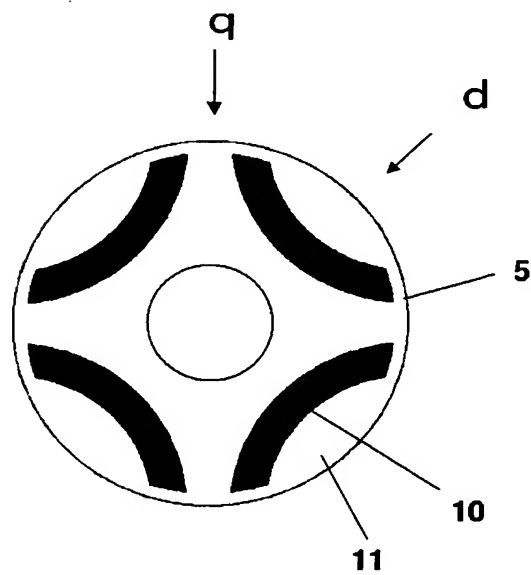
【図 10】



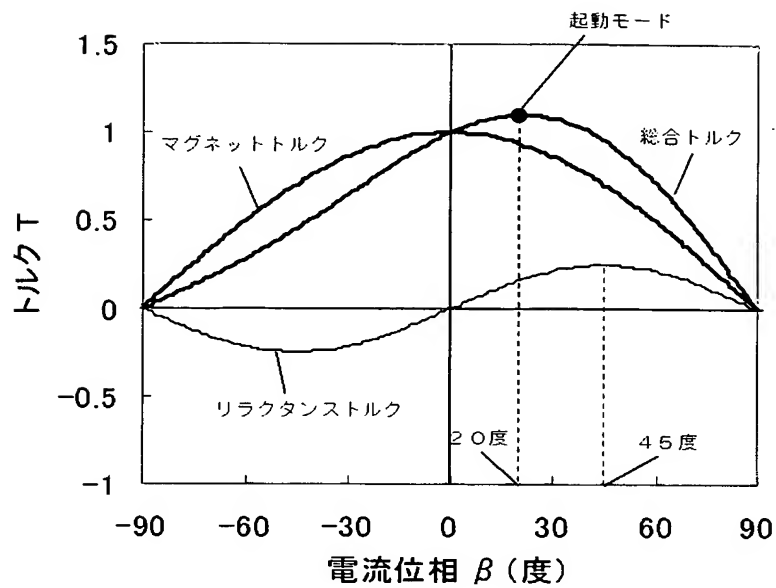
【図 11】



【図 12】



【図 13】



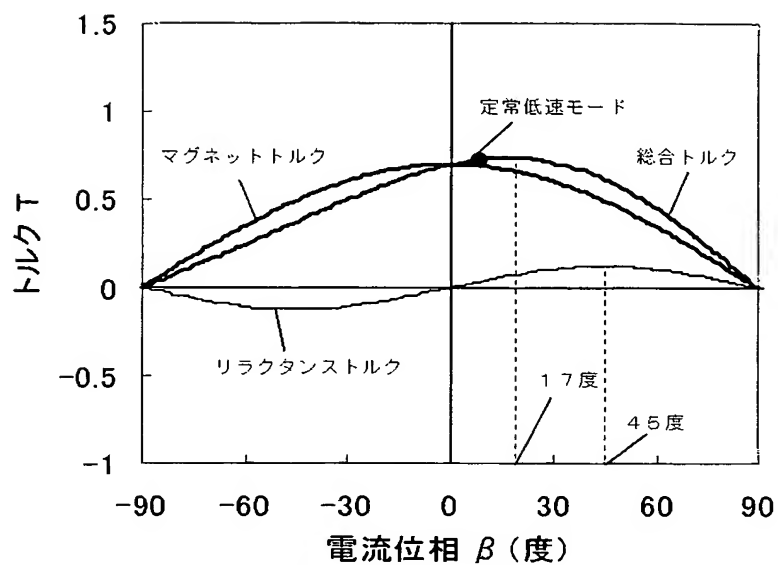
【図 14】

起動時電流位相	起動可能圧力差 (圧縮機オフ直前の値)
0度	15 kg/cm ² G
5度	17 kg/cm ² G
10度	20 kg/cm ² G
15度	22 kg/cm ² G
20度	23 kg/cm ² G
30度	20 kg/cm ² G

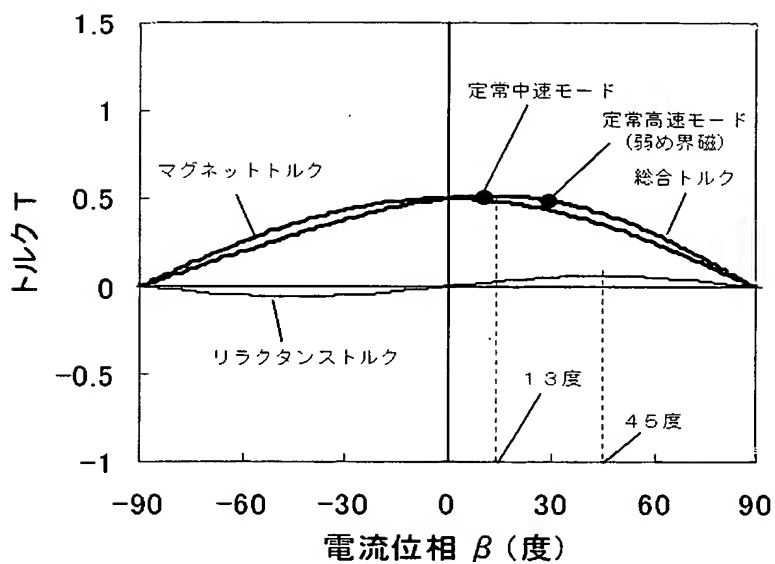
起動時設定値 →

圧縮機排気量: 20 cc
 冷媒: HFC134a
 モータ: 集中巻DCブラシレスモータ

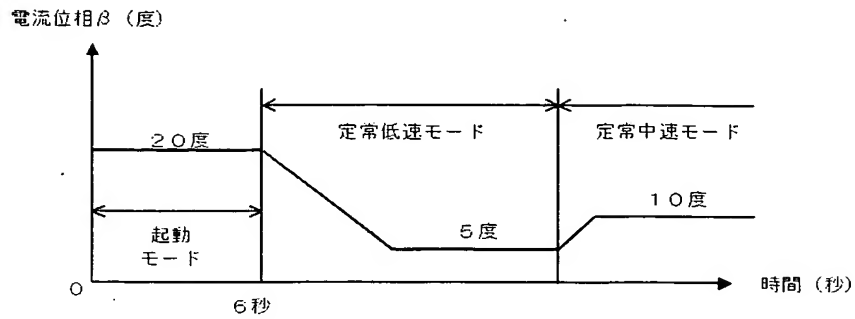
【図 15】



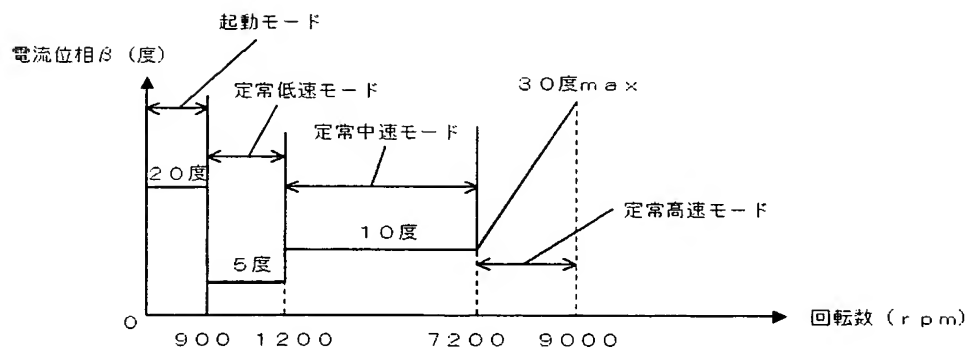
【図 16】



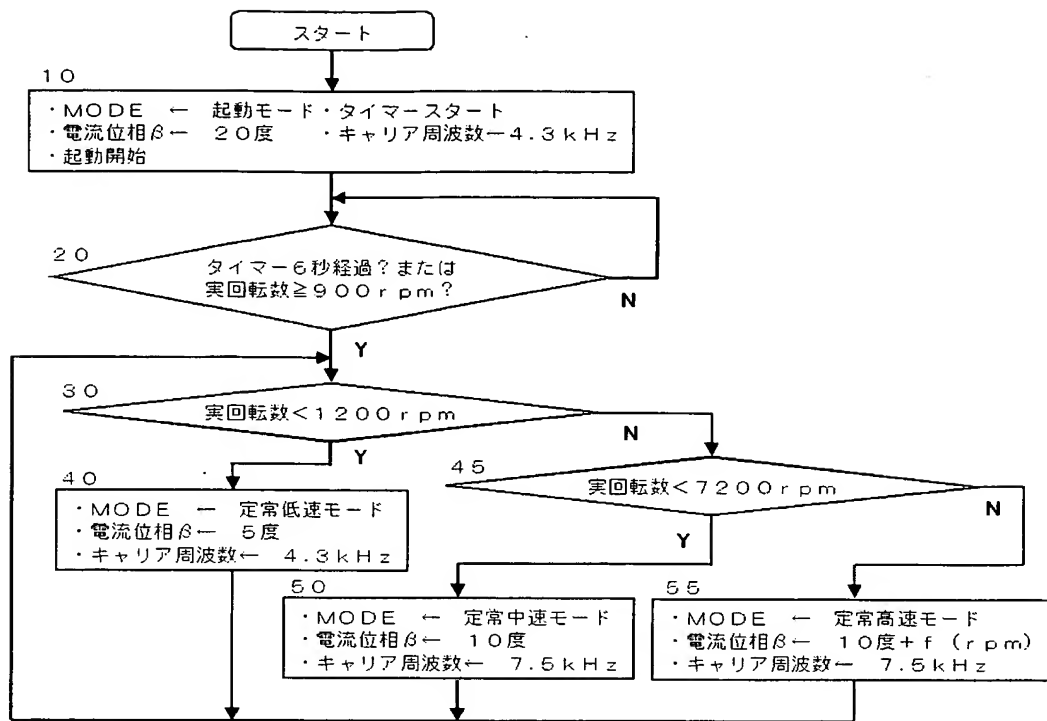
【図 17】



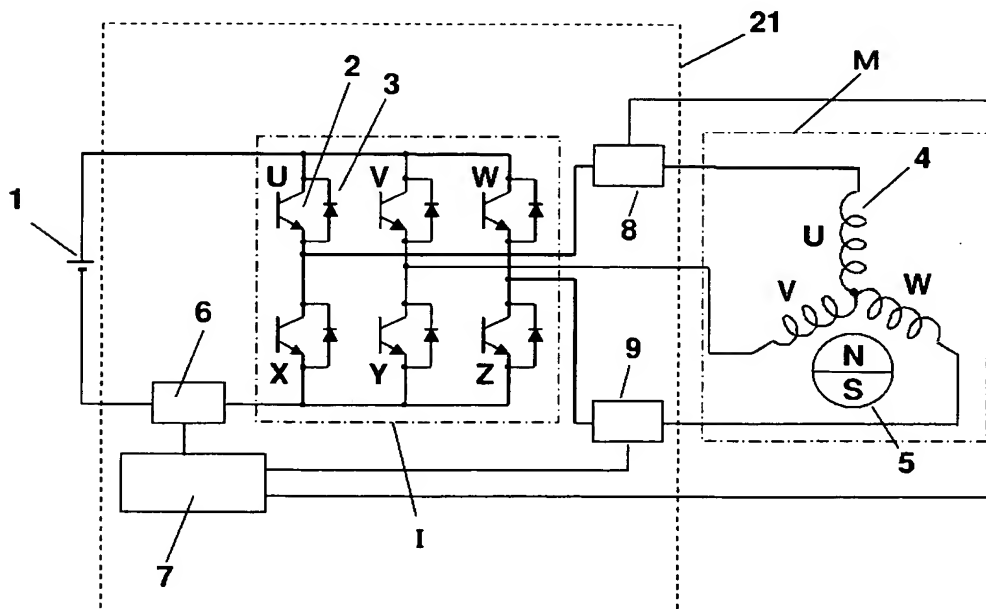
【図 18】



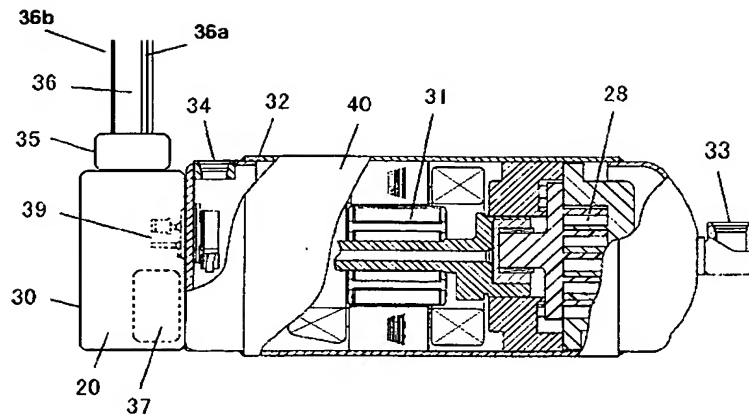
【図 19】



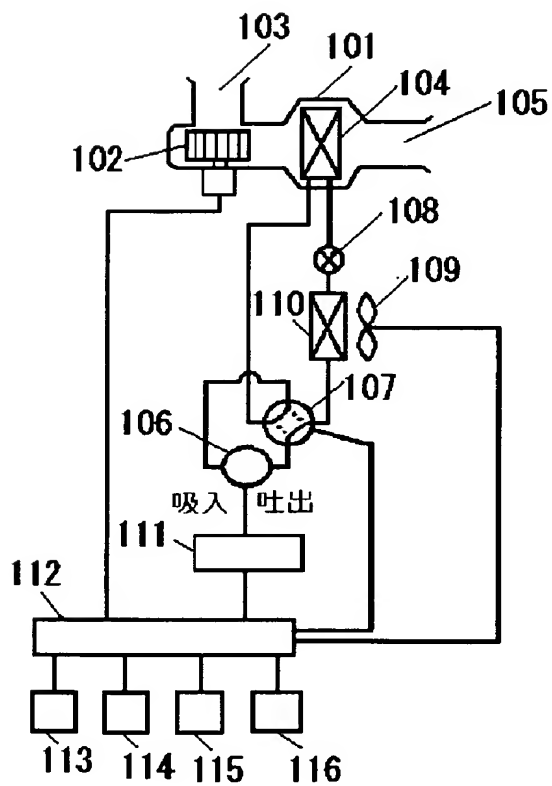
【図 20】



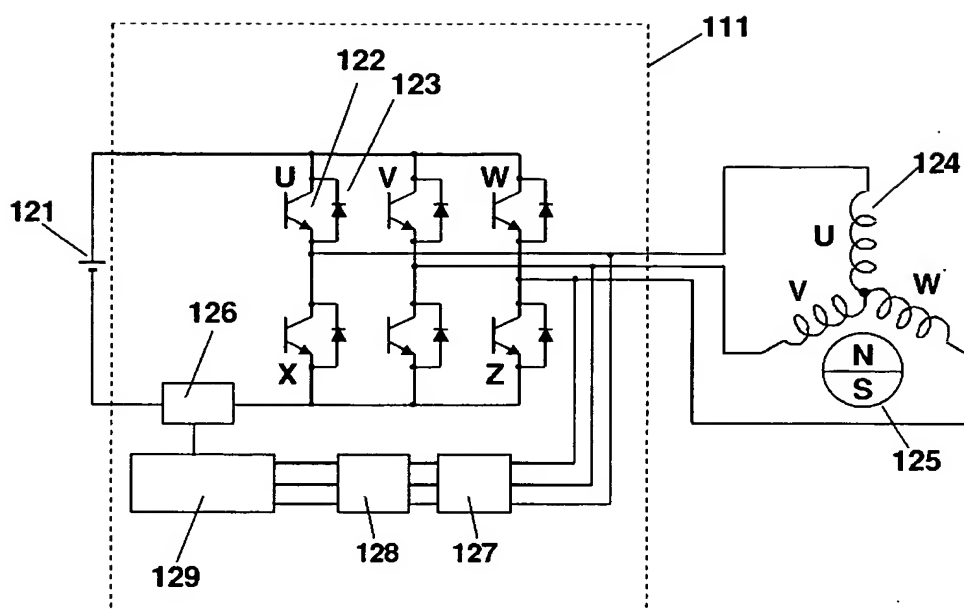
【図 2 1】



【図 2 2】



【図 23】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 十分な差圧起動性能を有した電動圧縮機駆動装置を提供することを目的としたものである。

【解決手段】 起動時には一時的に、モータに流れる電流の、誘起電圧に対する進み位相を増大させ、その後低減するように制御する。

これにより、差圧起動時の不安定な位置検出条件下で、まず例えば最大トルクが発生すると考えられる電流位相にまで、位相を進ませてモータの瞬間最大トルクをひきだして起動し、その後に、安定な運転状態になるように電流位相を低減することにより、十分な差圧起動性能を有する電動圧縮機駆動装置が得られる。

【選択図】 図 1 9

特願 2 0 0 3 - 1 2 4 0 6 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 8 2 1]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

氏 名

松下電器産業株式会社